

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 8月 9日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-240901

願 人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

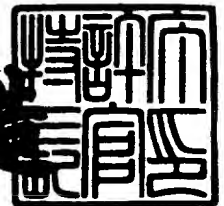


CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3016768

【書類名】 特許願

【整理番号】 2908020025

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/04  
H04B 10/06  
H01S 2/103

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号 松下通信  
工業株式会社内

【氏名】 竹内 幸子

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093067

【弁理士】

【氏名又は名称】 二瓶 正敬

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039103

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003222

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 周波数安定化制御回路及びそれを適用した光信号送信機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 変調用レーザの出力光と局部発振用レーザの出力光を混合した後、受光器により光電気変換することにより得られる中間周波数をあらかじめ定められた帯域に引き込む周波数安定化制御回路において、

前記中間周波数が入力される周波数弁別器の出力周波数、前記レーザの温度あるいはバイアス電流に対する 1 次微分値、及び 2 次微分値に基づいて中間周波数安定化制御の動作安定点を判別し、中間周波数を引き込む制御手段を備えたことを特徴とする周波数安定化制御回路。

【請求項 2】 請求項 1 記載の周波数安定化制御回路において、

前記制御手段は、前記周波数弁別器の出力周波数が目標の周波数であり、前記レーザの温度あるいはバイアス電流に対する 1 次微分値が所定範囲内の値で、かつ 2 次微分値が約 0 である点を中間周波数安定化制御の動作安定点と判別することを特徴とする周波数安定化制御回路。

【請求項 3】 請求項 1 記載の周波数安定化制御回路において、

前記制御手段は、前記周波数弁別器の出力が目標の周波数であり、前記レーザの温度あるいはバイアス電流に対する 1 次微分値が正（又は負）の値で、かつ 2 次微分値が約 0 である点を中間周波数安定化制御の動作安定点と判別することを特徴とする周波数安定化制御回路。

【請求項 4】 請求項 1 記載の周波数安定化制御回路において、

前記制御手段は、前記周波数弁別器の出力が目標の周波数であり、前記レーザの温度あるいはバイアス電流に対する 1 次微分値がある一定の範囲で正（又は負）の値で、かつ 2 次微分値がある一定の範囲で約 0 である点を中間周波数安定化制御の動作安定点と判別することを特徴とする周波数安定化制御回路。

【請求項 5】 請求項 1 記載の周波数安定化制御回路において、

前記制御手段は、前記レーザのバイアス電流あるいは温度をランダムに変化させ、前記周波数弁別器出力のバイアス電流あるいは温度に対する 2 次微分値がある一定の範囲で約 0 となる領域において、前記周波数弁別器の出力が目標の周波

数であり、かつ前記レーザの温度あるいはバイアス電流に対する 1 次微分値がある一定の範囲で正（又は負）を持つ点を中間周波数安定化制御の動作安定点と判別することを特徴とする周波数安定化制御回路。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の周波数安定化制御回路を適用した光信号送信機。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光信号伝送系、例えばヘテロダイン検波を用いた光信号送信機又は受信機における中間周波数の安定化制御を行う中間周波数安定化制御回路及び、同回路が適用された光信号送信機に関し、特にそのコールドスタート方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光ヘテロダイン検波を用いた光信号送信機又は受信機は、信号光と局部発振光の合波光を光検出器で受光し、信号光と局部発振光の周波数差に相当するビートを中間周波数（I F : Intermediate Frequency）として得るようになされており、送信機は、前記 I F 信号により再度光変調して光伝送するものであり、また、受信機は、前記 I F 信号を復調することによりベースバンド信号を得るものである。この通信方式では、信号光と局部発振光の周波数変動によって I F が変動し、伝送特性あるいは受信特性が劣化するので I F の安定化制御が必要である。

【0 0 0 3】

ここで、I F 帯は光源の周波数偏移量よりはるかに狭いため、中間周波数の安定化制御（A F C : Automatic Frequency Control）を動作させるためには、あらかじめ信号光あるいは局部発振光の周波数を掃引して I F を A F C の動作範囲内に引き込んでおく必要がある。ところで、局部発振光の周波数を掃引すると、I F 信号の周波数は 0 で折り返される。すなわち、局部発振光の周波数が信号光よりも高いか低いかにより、例えば I F 信号の周波数が同一であっても、一方は実帯域、他方はイメージ帯域の I F 信号となる。そして、A F C に用いられる周

波数弁別器の入力周波数対出力電圧特性は、実帯域とイメージ帯域とでは逆特性となる。このため、実帯域にAFCの動作点を設定した場合、もし、IF信号がイメージ帯域にある場合、AFCは動作しなくなる。

## 【 0 0 0 4 】

この問題を回避する方法として、従来は、前記周波数弁別器にIF信号を入力し、信号光あるいは局部発振光の周波数を掃引しながら、周波数弁別器出力電圧の掃引周波数に対する変化率を求め、この変化率の正負により実帯域とイメージ帯域とを判別する方法がしばしば用いられてきた。

この方法を用いるにあたって、周波数弁別器の出力周波数の入力周波数依存性が図2に示すような特性であった場合、実帯域のAFCの動作安定点がE点（領域B）であるのに対し、周波数弁別器出力電圧の掃引周波数に対する変化率がAFCの動作安定点であるE点と等しくなるF点の領域B'がイメージ帯域にも存在する。このF点との切り分けについてさまざまな方法が考案されてきた。

## 【 0 0 0 5 】

特開平5-227093号公報に記載されたものはその一例である。この従来例について図3を参照しつつ説明する。

図3は、前記公報に記載されているもので、従来の光信号伝送系における中間周波数安定化制御方法を適用したコヒーレント光通信用受信機の構成を示すブロック図である。

図示構成において、光ファイバ19により伝送された信号光24は、光カプラ20で半導体レーザ22から出射される局部発振光23と合波され、バランスドレシーバ21に入射される。ここで、半導体レーザ22は温度が一定に保たれている。バランスドレシーバ21から出力されるIF信号は、通過帯域2.5GHz~7.5GHzのバンドパスフィルタ(BPF)25を経た後、復調回路(DEM)26と周波数弁別器(DISC)28に入力される。

## 【 0 0 0 6 】

復調回路26の出力はカットオフ周波数2.5GHzの第1のローパスフィルタ(LPF1)27に接続されており、2.5Gb/sのデータ信号が取り出される。なお、復調回路26は、IF中心周波数が5GHzで最大の復調効率が得

られるように調整されている。周波数弁別器 2 8 の特性は 5 G H z でゼロクロスとなっており実帯域で I F 安定化のための制御信号が出力される。周波数弁別器 2 8 の出力は、カットオフ周波数 1 0 k H z の第 2 のローパスフィルタ (L P F 2) 2 9 を経た後、位相比較器 3 0 と第 1 の A / D コンバータ 3 3 へ入力される。第 1 の A / D コンバータ 3 3 は、周波数弁別器 2 8 の出力をサンプリングしてデータをマイクロコンピュータ 3 4 へ入力する。

## 【 0 0 0 7 】

発信周波数 1 k H z の発振器 3 1 の出力は、スイッチ 3 2 を経た後、位相比較器 3 0 と加算器 3 7 へ入力される。位相比較器 3 0 の出力は、第 2 の A / D コンバータ 3 6 でサンプリングされた後、マイクロコンピュータ 3 4 へ入力される。D / A コンバータ 3 5 は、マイクロコンピュータ 3 4 からの信号を受けて半導体レーザ 2 2 の電流制御信号を出力する。この信号は、加算回路 3 7 で発振器 3 1 からの信号と加算された後、半導体レーザ 2 2 の電流ドライバ (D R V) 3 8 に加えられる。マイクロコンピュータ 3 4 は、信号光 2 4 の受信開始から以下のプロセスを介して I F の引き込み制御を行う。

## 【 0 0 0 8 】

マイクロコンピュータ 3 4 は、受信開始命令を受けると、D / A コンバータ 3 5 を介して電流制御信号を出力し、局部発振光 2 3 の周波数を低周波側から高周波側へ 2 0 G H z の範囲で掃引する。また、スイッチ 3 2 は閉じられて発振器 3 1 の信号が電流ドライバ 3 8 に供給される。これにより、局部発振光 2 3 には周波数偏移量 5 0 0 M H z 、変調周波数 1 k H z の F M 変調がかけられる。局部発振光 2 3 の掃引中に I F 信号が周波数弁別帯域内に現れると、第 2 のローパスフィルタ 3 6 からは復調された 1 k H z の F M 変調信号が出力される。位相比較器 3 0 の出力は I F 周波数の動きに応じたふるまいをする。

## 【 0 0 0 9 】

I F 信号が位相比較器 3 0 の出力電圧が 0 . 5 V 以上になる領域に入ると、マイクロコンピュータ 3 4 は、この領域通過中に電流ドライバ 3 8 へ出力した電流制御信号をメモリに記憶する。I F 信号がこの帯域を通過し終わると、マイクロコンピュータ 3 4 は、この領域通過に要した半導体レーザ 2 2 の第 1 の注入電流

掃引幅を計算する。

【0010】

次に、I F 信号が位相比較器の出力が $-0.5\text{ V}$ 以下になる領域を通過すると、マイクロコンピュータ34は、この領域通過に要した半導体レーザ22の第2の注入電流掃引幅も計算し、さらに、第1と第2の注入電流掃引幅の比が1.5以上となった場合、マイクロコンピュータ34は、局部発振光23の掃引を中止し、位相比較器30の出力電圧が $0.5\text{ V}$ 以上になる領域の中心点に対応する電流制御信号をメモリから読み出し、電流ドライバ38へ出力する。同時に、マイクロコンピュータ34は、AFC動作に入り、以後は第1のA/Dコンバータ33から入力された信号からI F安定化のための電流制御信号を計算して電流ドライバ38に出力するようになる。以上の結果、I F周波数は実帯域の $5\text{ GHz}$ で確実に安定化される。

【0011】

すなわち、ここでは、局部発振光23の光源の発振周波数を掃引して、I FをAFC動作安定点に引き込むために、周波数弁別器28にI F信号を入力し、半導体レーザ23の注入電流又は温度を掃引しながら、周波数弁別器29の出力電圧の変化率を計測し、この変化率が第1のしきい値より高くなる領域の幅（注入電流又は温度の掃引幅）及びその直前又は直後の前記変化率が第2のしきい値より低くなる領域の幅を比較して、前者（後者）が後者（前者）よりある一定の割合以上に大きい場合に前者（後者）の領域にI F信号を引き込むように設定されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の周波数安定化制御回路においては、周波数弁別器、フィルタの固体差によりしきい値が変動するという問題や、回路が煩雑であるという問題を有していた。

【0013】

本発明は、上述した従来の問題を解決するためになされたもので、部品の固体差によらず、中間周波数安定化制御の動作安定点を正確に判別し、確実に中間周

波数安定化制御の動作安定点に中間周波数を引き込むことができる中間周波数安定化制御回路及び、同回路が適用された光信号送信機を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 4 】

## 【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するために、本発明に係る中間周波数安定化制御回路及び、同回路が適用された光信号送信機は、中間周波数が入力される周波数弁別器の出力周波数、レーザの温度あるいはバイアス電流に対する1次微分値、及び2次微分値に基づいて中間周波数安定化制御の動作安定点を判別し、中間周波数を引き込む制御手段を備えたものである。この構成により、中間周波数安定化制御の動作安定点を正確に判別して周波数弁別器の帯域外に存在する誤動作点を削除し、確実に中間周波数安定化制御の動作安定点に中間周波数を引き込むことができる。

## 【 0 0 1 5 】

また、前記制御手段は、周波数弁別器の出力が目標の周波数で、レーザの温度あるいはバイアス電流に対する1次微分値が所定範囲内の値で、かつ2次微分値が約0である点を中間周波数安定化制御の動作安定点として判別する。これにより、周波数弁別器の帯域外に存在する誤動作点を削除する。

## 【 0 0 1 6 】

また、前記制御手段は、周波数弁別器の出力が目標の周波数で、レーザの温度あるいはバイアス電流に対する1次微分値が正（又は負）の値で、かつ2次微分値が約0である点を中間周波数安定化制御の動作安定点として判別する。これにより、レーザの温度あるいはバイアス電流に対する周波数の1次微分値の固体差に依らず、周波数弁別器の帯域外に存在する誤動作点を削除する。

## 【 0 0 1 7 】

また、前記制御手段は、周波数弁別器の出力が目標の周波数で、レーザの温度あるいはバイアス電流に対する1次微分値がある一定の範囲で正（又は負）の値で、かつ2次微分値がある一定の範囲で約0である点を中間周波数安定化制御の動作安定点として判別する。これにより、レーザの温度あるいはバイアス電流に対する周波数の1次微分値の固体差に依らず、周波数弁別器の帯域外に存在する



誤動作点を削除する。

【 0 0 1 8 】

また、前記制御手段は、レーザのバイアス電流あるいは温度をランダムに変化させ、前記周波数弁別器の出力のバイアス電流あるいは温度に対する2次微分値がある一定の範囲で約0となる領域において、前記周波数弁別器の出力が目標の周波数で、かつレーザの温度あるいはバイアス電流に対する1次微分値がある一定の範囲で正（又は負）を持つ点を、中間周波数安定化制御の動作安定点を判別し、中間周波数を引き込むことができる周波数安定化制御回路としたものである。この構成によりレーザのバイアス電流あるいは温度をランダムに設定にすることでより広範囲から、より短時間で中間周波数安定化制御の動作安定点を判別することができる。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図1と図2を用いて説明する。

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1に係る光信号伝送系における周波数安定化制御回路を適用しうるヘテロダイン検波を用いた光信号送信機の構成を示すブロック図である。なお、この図において、太線は光路を示すものである。

【 0 0 2 0 】

図1に示す光信号送信機において、2つのレーザ（変調用レーザ1と局部発振用レーザ2）より出力された光は、光カプラ3で合波され、その合波光を受光器4で光電気変換される。そのようにして得られたビート信号は、アンプ5で増幅された後に電気カプラ6で分岐され、2出力のうち一方は送信用レーザ7に入力し、光信号に変換したものが伝送される。電気カプラ6の出力のうち、もう一方は分周器8に入力される。

【 0 0 2 1 】

分周器8は、周波数弁別器9の動作周波数まで分周するもので、その出力を周波数弁別器9に供給する。周波数弁別器9は、マイクロコンピュータ10で制御される周波数カウンタなどを示すが、出力はデジタルである。レーザの発振波長

はバイアス電流、温度によって変動するため、制御手段としてのマイクロコンピュータ 10 は、周波数弁別器 9 の出力から導出した周波数と目標周波数の差を補うように、DA コンバータ 11 ~ 14 を介して温度制御回路 15、バイアス制御回路 16、温度制御回路 17 及びバイアス制御回路 18 へ制御信号を出力して変調用レーザ 1 及び局部発振用レーザ 2 のバイアス電流、温度をそれぞれ制御することで、前記電気カプラ 6 の出力である中間周波数すなわち送信用レーザ 7 の入力周波数を安定化させる。

#### 【0022】

ここで、分周器 8、周波数弁別器 9 の特性について、図 2 を用いて簡単に述べる。

分周器 8、周波数弁別器 9 には帯域に制限があり、正常に動作する周波数帯域内では図 2 の領域 B、C に示すように入力に対し、出力は線形の特性を持つが、前記周波数帯域外においては、出力周波数は分周器 8、周波数弁別器 9 により様々な軌跡を描く。よって、中間周波数安定化制御回路が正常に動作するためには、コールドスタート時にバイアス電流、温度を掃引させることにより、領域 A までは周波数を引き込むことが必要である。また、出力周波数が目標周波数と同じ F 点などと目標点 E 点とを切り分けなければならない。

#### 【0023】

具体的には、掃引中の温度、バイアス電流と周波数弁別器 9 の出力周波数をマイクロコンピュータ 10 が記憶し、周波数が目標値で、かつ周波数のバイアス電流あるいは温度に対する 1 次微分値がある一定の範囲内の値であり、かつ 2 次微分値が約 0 である点を目標点 E 点と判別する。その目標点の温度、バイアス電流に設定することで、確実に A F C の動作安定点に引き込むことができる。

#### 【0024】

したがって、本発明の実施の形態 1 によれば、制御手段としてのマイクロコンピュータ 10 により、温度又はバイアス電流の掃引時における周波数弁別器 9 の出力周波数の温度又はバイアス電流に対する 1 次微分、2 次微分により周波数引き込み目標点を判別し、確実に A F C の動作安定点に周波数を引き込むことにより、A F C をスタートすることができる。

## 【 0 0 2 5 】

## (実施の形態 2)

この実施の形態 2 を適用しうるヘテロダイン検波を用いた光信号送信機の構成を示すブロック図もまた図 1 と同様であり、その動作などは前記実施の形態 1 に示したものと同様であるので、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 2 6 】

本実施の形態 2 では、前記実施の形態 1 と同様に、制御手段としてのマイクロコンピュータ 10 により、掃引中の温度、バイアス電流と周波数弁別器の出力周波数を記憶し、周波数が目標値で、かつ周波数のバイアス電流あるいは温度に対する 1 次微分値が正（又は負）で、かつ 2 次微分値が約 0 である点を目標点と判別する。その目標点の温度、バイアス電流に設定することで確実に A F C の動作安定点に引き込むことができる。

## 【 0 0 2 7 】

したがって、本発明の実施の形態 2 によれば、温度、またはバイアス電流の掃引時に周波数弁別器の出力周波数の温度又はバイアス電流に対する 1 次微分が正（又は負）であることを条件とすることにより、レーザの特性の固体差に影響されることなく、確実に A F C の動作安定点に周波数を引き込み、A F C をスタートすることができる。

また、バイアス電流あるいは温度に対する 1 次微分値を一定の範囲内に絞り込み正（又は負）であることを条件とすることにより、さらに確実に A F C の動作安定点に周波数を引き込むことができる。

## 【 0 0 2 8 】

## (実施の形態 3)

この実施の形態 3 を適用しうるヘテロダイン検波を用いた光信号送信機の構成を示すブロック図もまた図 1 と同様であり、その動作などは前記実施の形態 1 に示したものと同様であるので、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 2 9 】

本実施の形態 3 では、制御手段としてのマイクロコンピュータ 10 により、レーザの温度又はバイアス電流をランダムに変化させ、それぞれ、周波数、温度、

バイアス電流を記憶し、前記周波数弁別器の出力の温度、あるいはバイアス電流に対する2次微分値が約0となる領域において、前記周波数弁別器の出力が目標値で、かつ出力周波数のバイアス電流あるいは温度に対する1次微分値が正（又は負）である点を目標点と判別する。その目標点の温度、バイアス電流に設定することで確実にAFCの動作安定点に引き込むことができる。

## 【0030】

したがって、本発明の実施の形態3によれば、温度、またはバイアス電流をランダムに変化させることにより、より広範囲でかつ、より早くAFCの動作安定点に周波数を引き込み、AFCをスタートすることができる。

## 【0031】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明は、周波数の温度又はバイアス電流に対する1次微分値、2次微分値により目標点を判別することにより、レーザの特性の固体差に影響されることなく、確実に中間周波数安定化制御の動作安定点に中間周波数を引き込むことができるという効果が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の実施の形態1、2、3における周波数安定化制御回路を適用しうるヘテロダイン検波を用いた光信号送信機の構成を示すブロック図

## 【図2】

本発明における周波数安定化制御回路を適用しうるヘテロダイン検波を用いた光信号送信機の動作説明のための、周波数弁別器の一つである周波数カウンタの出力周波数の分周器入力周波数依存性を示す図

## 【図3】

従来の周波数安定化制御回路を適用しうるヘテロダイン検波を用いた光通信受信機の構成を示すブロック図

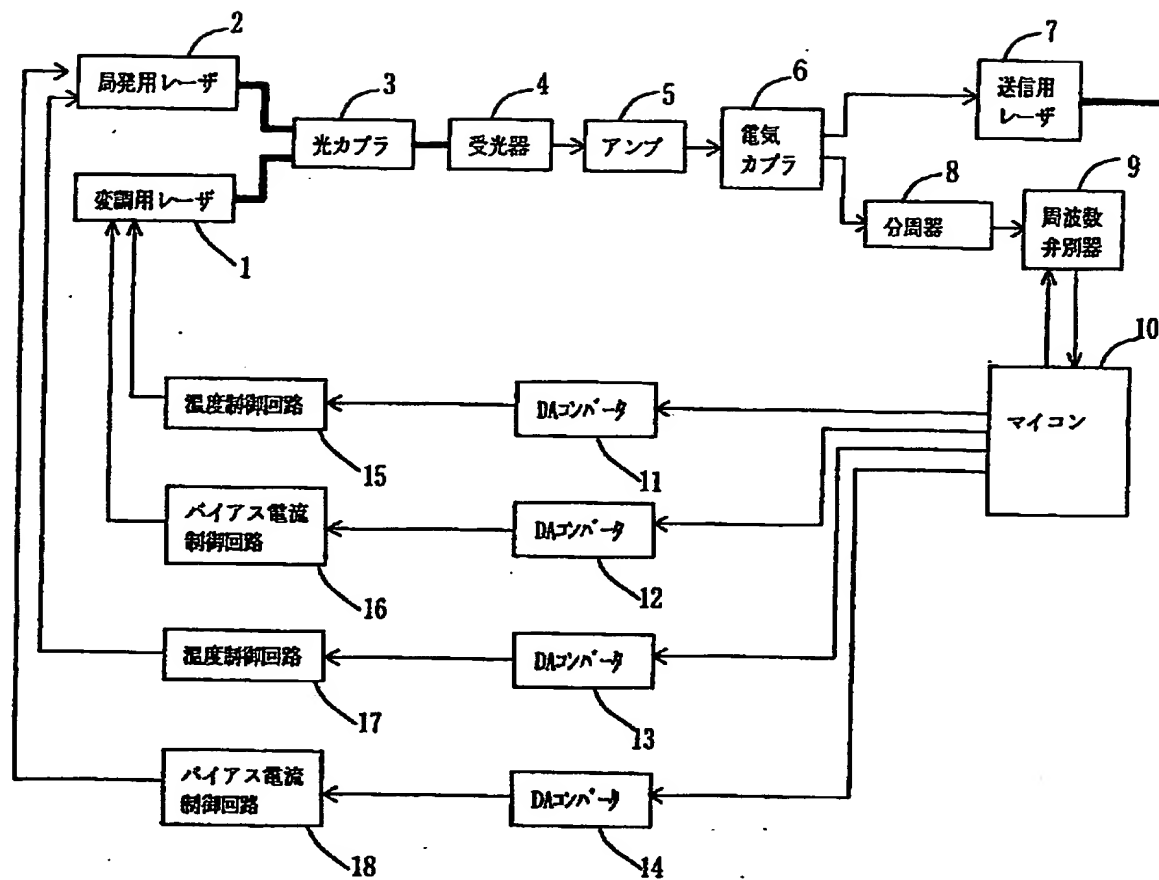
## 【符号の説明】

- 1 変調用レーザ
- 2 局部発振用レーザ

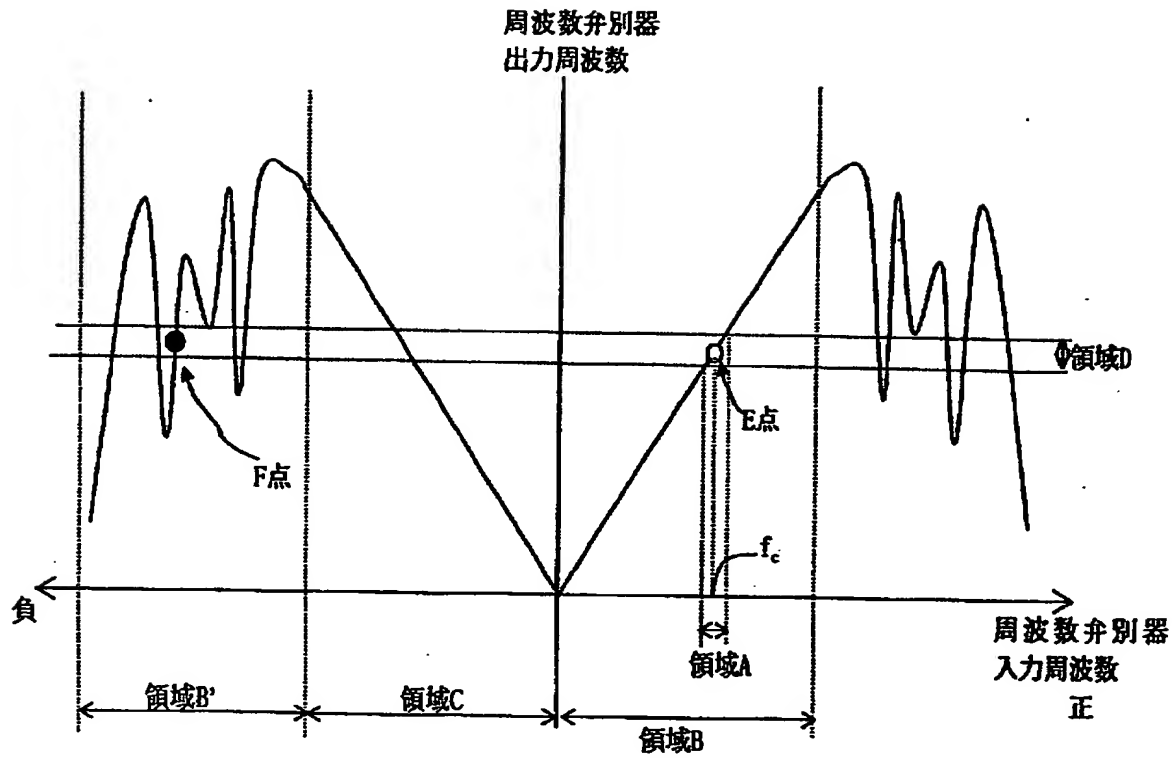
- 3 光カプラ
- 4 受光器
- 5 アンプ
- 6 電気カプラ
- 7 送信用レーザ
- 8 分周器
- 9 周波数弁別器
- 10 マイクロコンピュータ
- 11、12、13、14 DAコンバータ
- 15、17 温度制御回路
- 16、18 バイアス電流制御回路

【書類名】 図面

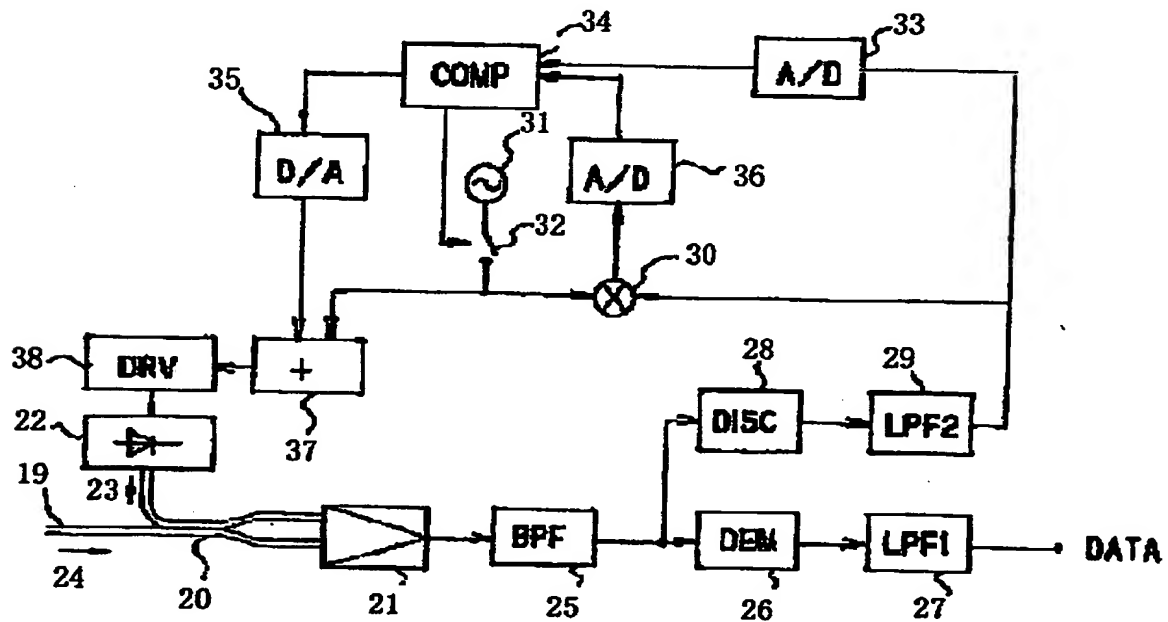
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光伝送系における中間周波数引き込み方法において、周波数弁別器の帯域外での誤動作をすることなく、確実に中間周波数安定化制御の動作安定点まで、中間周波数を引き込むことのできる周波数安定化制御回路及び、同回路が適用された光信号送信機を提供する。

【解決手段】 変調用レーザ 1 の出力光と局部発振用レーザ 2 の出力光を混合した後、受光器 4 により光電変換することによって得られる中間周波数信号をあらかじめ定められた帯域に引き込む周波数安定化制御回路において、周波数弁別器 9 の出力周波数、及び出力周波数のレーザの温度あるいはバイアス電流に対する 1 次微分値がある範囲内の値であり、2 次微分値が約 0 であることより、引き込みの目標点を判別し、動作安定点に中間周波数を引き込む制御手段としてのマイクロコンピュータ 10 を備えた。

【選択図】 図 1



特 2 0 0 0 - 2 4 0 9 0 1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 2 4 0 9 0 1
受付番号	5 0 0 0 1 0 1 4 9 9 0
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 2 年 8 月 1 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年 8月 9日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社